

سلسلة

الحجاد

فى الكيمياء

أ - وائل جاد

الباب الثانى

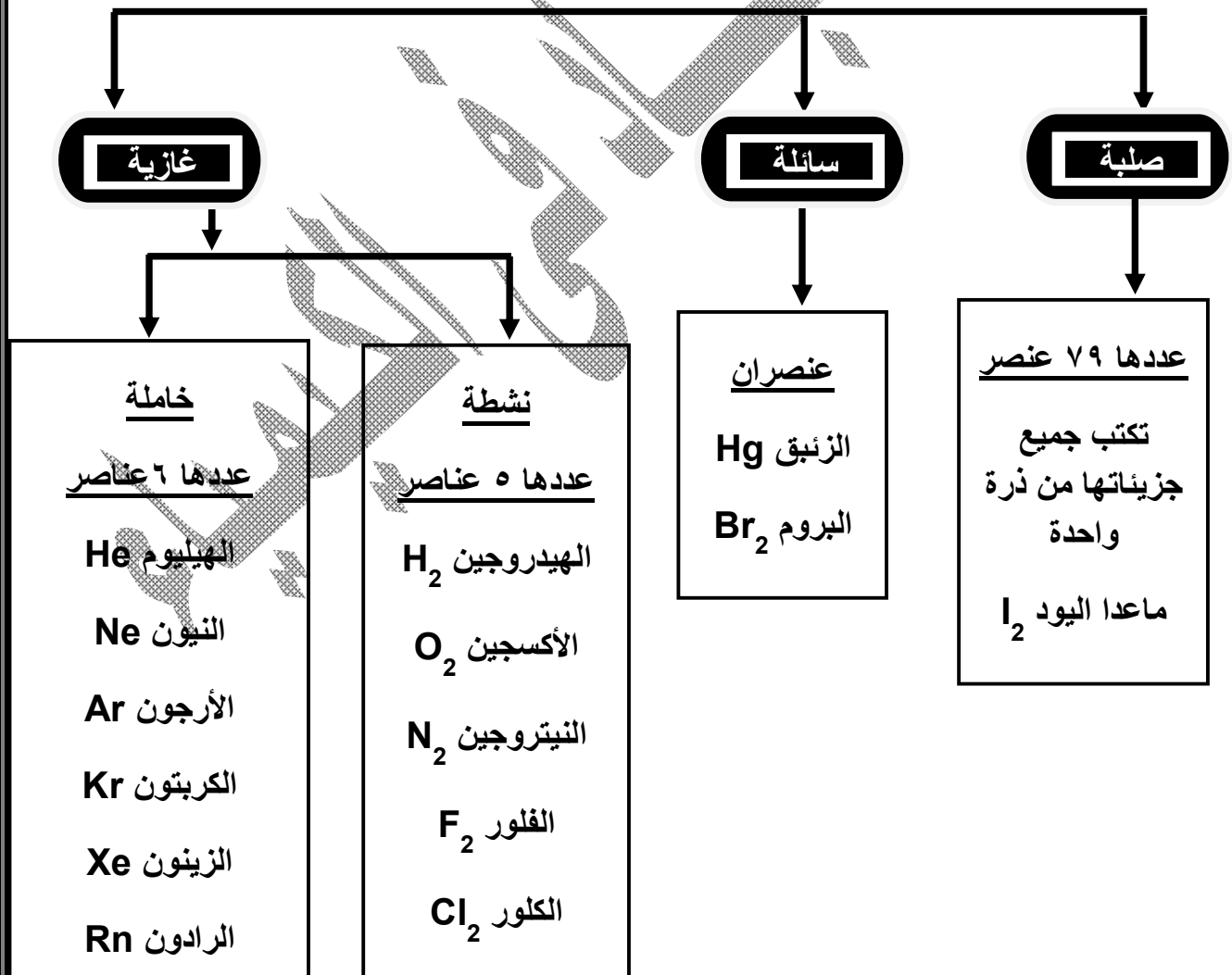
معنا تشعر بالثقة

مراجعة عامة

مفاهيم عامة

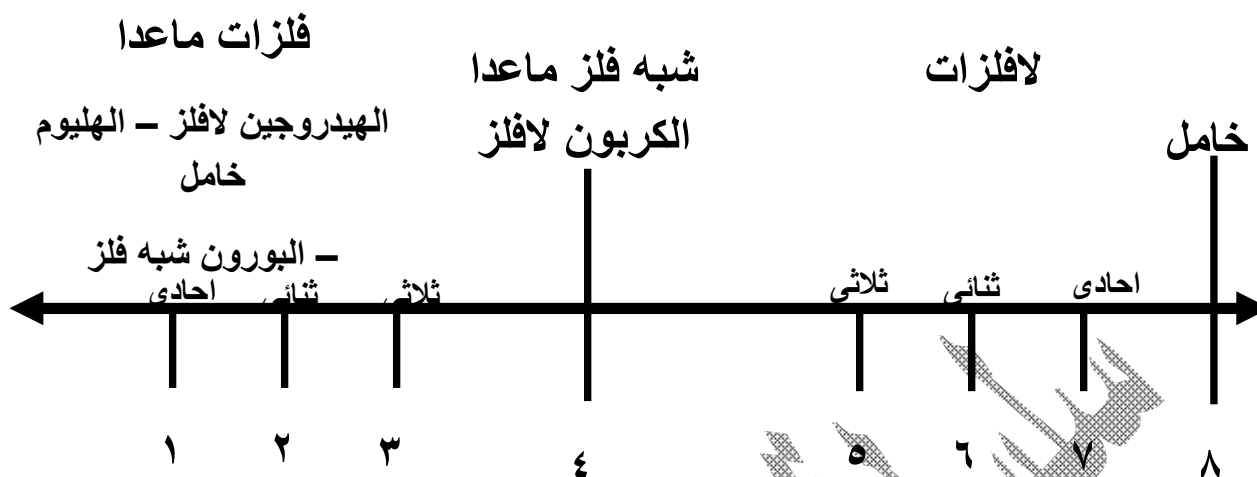
اصغر وحدة بنائية للمادة وتوجد فى حالة انفراد ويتضح فيه خواص المادة	الجزء
اصغر وحدة بنائية للمادة ولا توجد فى حالة انفراد وتشارك فى التفاعلات الكيميائية	الذرة
أبسط صورة للمادة ولا يمكن تفكيكها إلى أبسط من ذلك بالطرق العادية	العنصر
عدة عناصر مرتبطة مع بعضها البعض بروابط كيميائية بنسبة معينة	المركب
عدة ذرات لعناصر مختلفة مرتبطة مع بعضها البعض بروابط كيميائية لها شحنة وتكافؤ	المجموعات الذرية
عناصر تفقد الكترون أو أكثر من غلاف التكافؤ وتتحول إلى أيون موجب الشحنة	الأيون الموجب
عناصر تكتسب الكترون أو أكثر فى غلاف التكافؤ وتتحول إلى أيون سالب الشحنة	الأيون السالب

تقسيم العناصر حسب الحالة الطبيعية



رموز العناصر

م	اسم الذرة	الرمز الذري	الرمز الجزيئي	العدد الذري	التكافؤ	النوع
١	الهيدروجين	H	H ₂	١	احادى	لافلز
٢	الهيليوم	He	He	٢	صفر	خامل
٣	الليثيوم	Li	Li	٣	احادى	فلز
٤	البريليوم	Be	Be	٤	ثنائى	فلز
٥	البورون	B	B	٥	ثلاثى	شبه فلز
٦	الكربون	C	C	٦	رباعى	لافلز
٧	النيتروجين	N	N ₂	٧	ثلاثى	لافلز
٨	الاكسجين	O	O ₂	٨	ثنائى	لافلز
٩	الفلور	F	F ₂	٩	احادى	لافلز
١٠	النيون	Ne	Ne	١٠	صفر	خامل
١١	الصوديوم	Na	Na	١١	احادى	فلز
١٢	الماغنسيوم	Mg	Mg	١٢	ثنائى	فلز
١٣	الألومنيوم	Al	Al	١٣	ثلاثى	فلز
١٤	السيليكون	Si	Si	١٤	رباعى	شبه فلز
١٥	الفوسفور	P	P	١٥	ثلاثى	لافلز
١٦	الكبريت	S	S	١٦	ثنائى	لافلز
١٧	الكلور	Cl	Cl ₂	١٧	احادى	لافلز
١٨	الأرجون	Ar	Ar	١٨	صفر	خامل
١٩	البوتاسيوم	K	K	١٩	احادى	فلز
٢٠	الكالسيوم	Ca	Ca	٢٠	ثنائى	فلز



المجموعة	الرمز	التكافؤ
احادى	$(\text{NH}_4)^{+1}$	الأمونيوم
	$(\text{NO}_3)^{-1}$	النيترات
	$(\text{NO}_2)^{-1}$	النيتريت
	$(\text{OH})^{-1}$	الهيدروكسيد
	$(\text{HCO}_3)^{-1}$	بيكربونات
	$(\text{HSO}_4)^{-1}$	بيكبريتات
ثنائى	$(\text{CO}_3)^{-2}$	كربونات
	$(\text{SO}_4)^{-2}$	كبريتات
	$(\text{CrO}_4)^{-2}$	كرومات
	$(\text{Cr}_2\text{O}_7)^{-2}$	ثنائى كرومات
ثلاثى	$(\text{PO}_4)^{-3}$	فوسفات

م	اسم العنصر	الرمز الجزيئى	التكافؤ	النوع
١	الباريوم	Ba	ثنائى	فلز
٢	الحديد	Fe	ثنائى - ثلاثى	فلز
٣	النحاس	Cu	ثنائى	فلز
٤	المنجنيز	Mn	ثنائى	فلز
٥	الزئبق	Zn	ثنائى	فلز
٦	الرصاص	Pb	ثنائى	فلز
٨	الفضة	Ag	احادى	فلز
٨	البروم	Br ₂	احادى	لافلز
٩	اليود	I ₂	احادى	لافلز

الصيغة	المركب	الصيغة	المركب
H_2O	الماء	H_2SO_4	حمض الكبريتيك
NH_3	النشادر	HCl	حمض الهيدروكلوريك
CO_2	ثاني أكسيد الكربون	HNO_3	حمض النيتريك
$Ca(OH)_2$	هيدروكسيد الكالسيوم	$NaOH$	هيدروكسيد الصوديوم

فوسفات أمونيوم		كبريتات ماغنسيوم		نترات كالسيوم	
NH_4	PO_4	Mg	SO_4	Ca	NO_3
1	3	2	2	2	1
$(NH_4)_3PO_4$		$MgSO_4$		$Ca(NO_3)_2$	
كلوريد أمونيوم		كبريتات ألومنيوم		بيكربونات كالسيوم	
NH_4	Cl	Al	SO_4	Ca	HCO_3
1	1	3	2	2	1
NH_4Cl		$Al_2(SO_4)_3$		$Ca(HCO_3)_2$	
كرومات الفضة		كربونات الصوديوم		حمض البيروكلوريك	
Ag	CrO_4	Na	CO_3	H	ClO_4
1	2	1	2	1	1
Ag_2CrO_4		Na_2CO_3		$HClO_4$	

الباب الثانى : الكيمياء الكمية

الفصل الأول : المول والمعادلة الكيميائية

التفاعل الكيميائى

كسر فى الروابط بين ذرات جزيئات المتفاعلات لتكوين روابط جديدة بين ذرات جزيئات النواتج

المعادلة الكيميائية

مجموعة من الرموز والصيغ الكيميائية التى تعبر عن المواد الداخلة فى التفاعل والنتيجة منه بينهما سهم يشير الى اتجاه سير التفاعل يكتب عليه شروط التفاعل ان وجد

شروط كتابة المعادلة الكيميائية

- ١- المتفاعلات قبل السهم والنواتج بعد السهم.
- ٢- يكتب على السهم شروط التفاعل ان وجد.
- ٣- لا بد من وزن المعادلة حتى يتحقق قانون بقاء الكتلة.
- بمعنى " عدد ذرات العنصر الداخلة فى التفاعل تساوى مع عدد ذرات نفس العنصر الناتجة من التفاعل " .
- ٤- يكتب اسفل المتفاعلات والنواتج الحالة الفيزيائية.

قانون بقاء الكتلة

مجموع كتل المواد الداخلة فى التفاعل يساوى مجموع كتل المواد الناتجة من التفاعل

أهمية المعادلة الكيميائية :

- ١- توضح المعادلة الكيميائية العلاقة بين كميات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة من التفاعل .
- ٢- تتضمن المعادلة الحالة الفيزيائية للمادة سواء كانت صلبة أو سائلة أو غازية أو محلولاً مائياً و تكتب أسفل يمين الرمز الكيميائى .

الرمز	الحالة
s	الصلبة
l	السائلة
g	الغازية
aq	محلول مائى

علل : يجب أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة ؟؟.

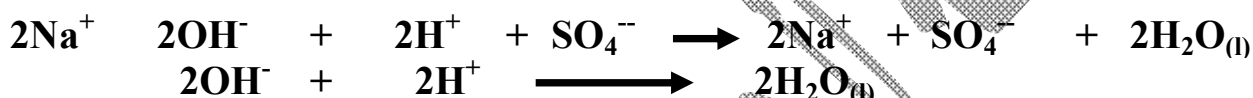
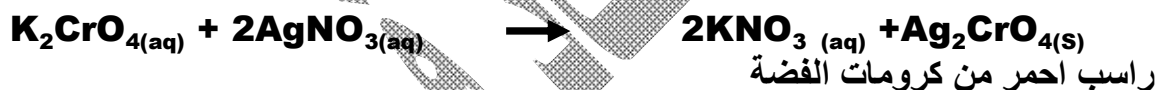
ج : لتحقيق قانون بقاء الكتلة " مجموع كتل المواد الداخلة فى التفاعل تساوى مجموع كتل المواد الناتجة من التفاعل " .

المعادلة الأيونية

معادلة تكتب فيها كل أو بعض المتفاعلات والنواتج على هيئة أيونات .

علل : المعادلة الأيونية موزونة ؟؟

ج : لتساوى مجموع الشحنات الموجبة و السالبة على جانبي المعادلة وكذلك تساوى عدد ذرات عناصر المواد الناتجة و المواد الداخلة في التفاعل .

١- المعادلة الأيونية للتعاادل**٢- المعادلة الأيونية للترسيب****علل تختلف المعادلة الأيونية للترسيب من تفاعل إلى آخر ؟**

ج- لاختلاف الشق الموجبة أو الشق السالبة من راسب إلى آخر

علل المعادلة الأيونية للتعاادل تنتهى بمعادلة ثابتة ؟

ج- لأن جميع الأحماض عند تأينها تعطى أيون الهيدروجين H^+ وجميع القلويات عند تأينها تعطى أيونات الهيدروكسيد السالبة OH^- التى تتحد مكونة الماء المتعاادل.

المول

هو مجموع الكتلة الجزيئية أو الذرية أو وحدة الصيغ مقدرة بالجرام .

- اذا كانت المادة فى صورة ذرات فإن كتلة الذرة الواحدة يطلق عليها **الكتلة الذرية** و هى صغيرة جداً و تقدر بوحدة الكتل الذرية (a . m . u) .
 - اذا كانت المادة فى صورة جزيئات ففى هذه الحالة تكون كتلة الجزيء الواحد عبارة عن مجموع الكتل الذرية للذرات المكونة لهذا الجزيء ، و يطلق عليها **الكتلة الجزيئية**
 - تختلف كتلة المول من مادة لأخرى (علل)
لإختلاف المواد عن بعضها فى تركيبها وكتلتها الجزيئية .
 - تختلف الكتلة الجزيئية لجزيء العنصر عن الكتلة الجزيئية لذرة العنصر فى الجزيئات ثنائية الذرة
 - هناك عناصر يختلف تركيبها الجزيئى تبعاً للحالة الفيزيائية
- وبالتالى تختلف الكتلة الجزيئية باختلاف الحالة الفيزيائية**

أمثلة :

- ☐ الفوسفور فى الحالة البخارية يتكون الجزيء من ٤ ذرات P_4 بينما فى الحالة الصلبة يتكون الجزيء من ذرة واحدة P و بالتالى **تختلف الكتلة الجزيئية باختلاف الحالة الفيزيائية** .
- ☐ الكبريت فى الحالة البخارية يتكون الجزيء من ٨ ذرات S_8 بينما فى الحالة الصلبة يتكون الجزيء من ذرة واحدة S و بالتالى **تختلف الكتلة الجزيئية باختلاف الحالة الفيزيائية** .

علل : الكتلة الجزيئية للفوسفور فى الحالة الصلبة تختلف عن كتلته فى الحالة الغازية ؟

ج : لإختلاف التركيب الجزيئى باختلاف الحالة الفيزيائية حيث يتكون الفوسفور من ذرة واحدة فى الحالة الصلبة و ٤ ذرات فى الحالة الغازية .

هي مجموع كتل الذرات المكونة للجزئ .

الكتلة الجزيئية

علماء بأن :		احسب الكتلة الجزيئية لكل من	
C =	12	١ - الكربون :	
Cl =	35.5	الحل	الكتلة الجزيئية لـ C = $12 \times 1 = 12$ جم .
Na =	23	٢ - جزئ الكلور :	
O =	16	الحل	الكتلة الجزيئية لـ $Cl_2 = 35.5 \times 2 = 71$ جم .
N =	14	٣ - ذرة كلور Cl	
H =	1	الحل	الكتلة الجزيئية لـ $Cl = 35.5 \times 1 = 35.5$ جم .
Ca =	40	٤ - جزئ الأكسجين	
		الحل	

مسائل المول و الكتلة الجزيئية

القانون	
كتلة المادة بالجرام	عدد المولات
كتلة المول الواحد	

القانون

تدريب ١

احسب كتلة ٠,٥ مول من الماء ، علماً بأن **O = 16** ، **H = 1** ،

الحل : الكتلة الجزيئية لـ $H_2O = (1 \times 2) + (16 \times 1) = 18$ جم .

كتلة المادة = عدد المولات \times الكتلة الجزيئية = $0.5 \times 18 = 9$ جم .

تدريب ٢

احسب عدد مولات ٩٨ جم من حمض الكبريتيك H_2SO_4 ،

علماء بأن **H = 1** ، **O = 16** ، **S = 32** ،

الحل : الكتلة الجزيئية لـ $H_2SO_4 = (1 \times 2) + (32 \times 1) + (16 \times 4) = 98$ جم

عدد المولات = كتلة المادة \div الكتلة الجزيئية = $98 \div 98 = 1$ مول .

تدريب ٣

الصيغة الكيميائية لفيتامين (C) هي ($C_6H_8O_6$)

احسب عدد مولات الفيتامين الموجودة فى قرص من الفيتامين كتلته ٤٤ جم .

الحل : الكتلة الجزيئية لـ $C_6H_8O_6 = (12 \times 6) + (1 \times 8) + (16 \times 6) = 176$ جم .

عدد المولات = كتلة المادة ÷ الكتلة الجزيئية = $176 \div 44 = 0.25$ مول .

تدريب ٤

أول اكسيد الكربون CO أحد ملوثات الهواء ينتج من إحتراق الوقود ،

احسب الكتلة بالجرام الموجودة فى ٢,٦١ مول منه . ($C=12$, $O=16$)

الحل : الكتلة الجزيئية لـ $CO = (12 \times 1) + (16 \times 1) = 28$ جم .

كتلة المادة = عدد المولات × الكتلة الجزيئية = $2.61 \times 28 = 73.08$ جم .

تدريب ٥

احسب كمية المواد الداخلة و الناتجة من تفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين بالمول و الكتلة حسب التفاعل
الآتى : ($Mg = 24$, $O = 16$)



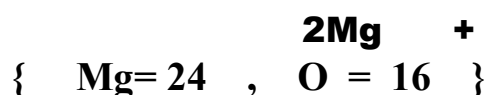
٢ مول	١ مول		٢ مول
$24 \times 2 +$	$16 \times 2 \times 1$		$(16 + 24) \times 2$
$48 +$	٣٢		40×2
٨٠ جم			٨٠ جم

المادة المحددة للتفاعل

هي المادة المتفاعلة التي تستهلك تماماً أثناء التفاعل .
او هي المادة التي ينتج عن تفاعلها مع احد المتفاعلات العدد الأقل من مولات المادة الناتجة

- ١- كل تفاعل كيميائي يحتاج الى كميات محسوبة بدقة من المتفاعلات للحصول على الكميات المطلوبة من النواتج .
- ٢- اذا زادت كمية احد المتفاعلات عن المطلوب فإن هذه الكمية الزائدة تبقى دون ان تتفاعل .
- ٣- اذا كانت كمية احد المتفاعلات أقل من عدد مولاتها في المعادلة الموزونة تكون هي المادة المتحكممة في التفاعل و تسمى بالمادة المحددة للتفاعل .

مثال : يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين تبعاً للمعادلة :



ما العامل المحدد للتفاعل ؟

عند تفاعل ١٦ جم من الأكسجين مع ٤٨ من الماغنسيوم .

الحل :

ك . ج لـ $\text{O}_2 = 16 \times 2 = 32$ جم

عدد مولات $\text{O}_2 = 32 \div 16 = 2$ مول

عدد مولات اكسيد الماغنسيوم $= 0.5 \times (2 \div 1) = 1$ مول

ك . مول لـ $\text{Mg} = 24$ جم

عدد مولات $\text{Mg} = 48 \div 24 = 2$ مول

عدد مولات اكسيد الماغنسيوم $= 2 \times (2 \div 2) = 2$ مول .

المادة المحددة للتفاعل هي الأكسجين لأنه ينتج عنه العدد الأقل من مولات النواتج .

مثال ٢ : اذا تفاعل ١٢ جم من الكربون مع ١٦ جم من الأكسجين حسب المعادلة :



١. ما المادة المحددة للتفاعل .
٢. ما كتلة المادة المتبقية بدون تفاعل .
٣. ما كتلة ثاني اكسيد الكربون الناتجة .

المول و عدد أفوجادرو

عدد (ثابت) أفوجادرو :

هو عدد ثابت من الجزيئات أو الذرات أو الأيونات الموجودة فى ١ مول من أى مادة و يساوى $6,02 \times 10^{23}$ ذرة أو جزيء أو أيون .

لاحظ

المول من أى مادة يحتوى على عدد ثابت من الجزيئات أو الذرات أو الأيونات و يساوى

أمثلة :

- مول الأكسجين O_2 يحتوى على $6,02 \times 10^{23}$ جزيء من الأكسجين .
- ☐ أو ☐ يحتوى على $2 \times 6,02 \times 10^{23}$ ذرة أكسجين .

- مول من حمض الكبريتيك H_2SO_4 يحتوى على $6,02 \times 10^{23}$ جزيء من حمض الكبريتيك
- يحتوى على ٢ مول ذرة هيدروجين ☐ أو ☐ يحتوى على $2 \times 6,02 \times 10^{23}$ ذرة هيدروجين
- يحتوى على ١ مول ذرة كبريت ☐ أو ☐ يحتوى على $6,02 \times 10^{23}$ ذرة كبريت .
- يحتوى على ٤ مول ذرة أكسجين ☐ أو ☐ يحتوى على $4 \times 6,02 \times 10^{23}$ ذرة أكسجين .

علل لما يأتى :

عدد جزيئات ٣٢ جم من الأكسجين = عدد جزيئات ٢ جم من الهيدروجين ؟؟

الإجابة :

لأن ٣٢ جرام من الأكسجين = ١ مول منه ، و ٢ جم من الهيدروجين = ١ مول منه المول من أى مادة يحتوى على عدد ثابت من الجزيئات أو الذرات أو الأيونات و يساوى $6,02 \times 10^{23}$

مسائل المول و عدد أفوجادرو

عدد الجزيئات أو الذرات أو الأيونات		القانون
$^{23}10 \times 6,02$	عدد المولات	

تدريب ٥

إحسب عدد جزيئات ٠,٥ مول من الماء ؟؟ ($H = 1$. $O = 16$)

الحل : عدد الجزيئات = عدد المولات $\times 6,02 \times ^{23}10 = 0,5 \times 6,02 \times ^{23}10$
 $= 3,01 \times ^{23}10$ جزيئ .

تدريب ٦

إحسب عدد مولات $12,04 \times ^{23}10$ من الأكسجين ؟؟ ($O = 16$)

الحل : عدد المولات = عدد الجزيئات $\div 6,02 \times ^{23}10 = 12,04 \times ^{23}10 \div 6,02 \times ^{23}10$
 $= 2$ مول

تدريب ٧

أول أكسيد الكربون **CO** أحد ملوثات الهواء ينتج من إحتراق الوقود ،

إحسب عدد الجزيئات الموجود في ٢,٦١ مول منه . (**C=12** , **O=16**)

الحل :

عدد الجزيئات = عدد المولات $\times 6,02 \times ^{23}10 = 2,61 \times 6,02 \times ^{23}10$
 $= 15,7122 \times ^{23}10$ جزيئ .

المول و حجم الغاز

فرض أفوجادروا

الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تحت نفس الظروف من الضغط و درجة الحرارة تحتوى على أعداد متساوية من الجزيئات .

قانون أفوجادروا

يتناسب حجم الغاز تناسباً طردياً مع عدد مولاته عند ثبوت درجة الحرارة .

المول الغازى

هو كتلة ٢٢,٤ لتر من غاز يشغل حجماً ثابتاً ويحتوى على $6,02 \times 10^{23}$ جزيء فى الظروف القياسية من الضغط و درجة الحرارة (STP) .

الظروف القياسية من الضغط و درجة الحرارة

درجة حرارة ٢٧٣ كلفن و التى تعادل صفر سلزيوس
و ضغط ٧٦٠ ملليمتر . زئبق و هو الضغط الجوى المعتاد (١ ضغط جوى) .

علل لما يأتى

📖 الحجم الذى يشغله ٣٢ جم من غاز الأكسجين - الحجم الذى يشغله ٢ جم من غاز الهيدروجين

الاجابة

لأن ٣٢ جرام من الأكسجين = ١ مول منه ، و ٢ جم من الهيدروجين = ١ مول منه و المول من أى غاز يشغل حجماً ثابتاً و قدره ٢٢,٤ لتراً .

مسائل المول و حجم الغاز

حجم الغاز باللتر	عدد المولات
٢٢,٤	

القانون

تدريب ٨

احسب عدد مولات غاز النشادر الموجودة في حجم ٧٢ لتراً
في معدل الضغط و درجة الحرارة .؟؟

الحل : عدد المولات = حجم الغاز ÷ ٢٢,٤ = ٧٢ ÷ ٢٢,٤ = ٣,٢ مول .

تدريب ٩

حجم غاز CO₂ في معدل الضغط و درجة الحرارة الموجودة في كل من :

أ- ٥ مول .

ب- ٠,٥ مول .

الحل

أ- حجم الغاز = عدد المولات × ٢٢,٤ = ٥ × ٢٢,٤ = ١١٢ لتراً .

ب- حجم الغاز = عدد المولات × ٢٢,٤ = ٠,٥ × ٢٢,٤ = ١١,٢ لتراً .

تدريب ١٠

احسب عدد مولات الموجودة في حجم ٨٩,٦ لتراً في معدل الضغط و درجة الحرارة .؟؟

الحل :

عدد المولات = حجم الغاز ÷ ٢٢,٤ = ٨٩,٦ ÷ ٢٢,٤ = ٤ مول

ملخص القوانين

حجم الغاز باللتر	عدد الجزيئات	كتلة المادة
٢٢,٤	$2310 \times 6,02$	الكتلة الجزيئية
		عدد المولات =

إذا كانت المسألة تتحدث عن مادتين أو أكثر

المطلوب لحل هذه المسائل هو :

١. تحديد المطلوب و المعطى من المسألة .
٢. ايجاد علاقة بين المطلوب و المعطى و تتم بفكرتين كالتى :

➤ علاقة لعنصر فى مركب .

➤ معادلة كيميائية و لها شكلين هما :

✧ معادلة توضح تأين مادة فى الماء .

✧ معادلة توضح علاقة مادة بمادة اخرى .

٣. التحويل و يتم بالقوانين التالية :

$$\text{الكتلة بالجرام} = \text{عدد المولات} \times \text{الكتلة الجزيئية}$$

$$\text{عدد الجزيئات او الذرات او الأيونات} = \text{عدد المولات} \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$\text{عدد اللترات (الحجم باللتر)} = \text{عدد المولات} \times 22,4$$

علاقة العنصر فى مركب

الفكرة الأولى :

تحدد العلاقة بينهما كالتى :

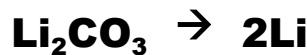
رمز المركب ----- عدد مولات ذرات العنصر فى المركب
ثم نكمل الحل عن طريق قوانين التحويل كما سوف نوضح بالأمثلة .

مركب كربونات الليثيوم (Li_2CO_3) يستخدم فى علاج حالات الإكتئاب ، احسب كتلة عنصر الليثيوم فى ١ جم من كربونات الليثيوم . ($\text{C}=12$, $\text{Li}=7$, $\text{O}=16$) .

الحل :

$$\begin{aligned} &\text{Li}_2\text{CO}_3 \\ &= 7 \times 2 + 12 + 16 \times 3 \\ &= 74 \end{aligned}$$

٢ مول ذرة ١ مول جزئ

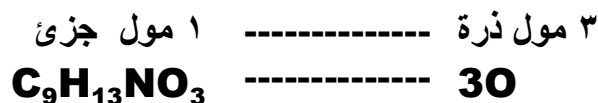


$$\begin{array}{ccc} \text{س جم} & & \text{س جم} \\ 7 \times 2 & & 74 \times 1 \end{array}$$

$$\text{س} = 74 \div 14 = 5,2857 \text{ جم}$$

مثال : الإدرينالين هرمون يفرز في الدم في أوقات الشد العصبي و صيغته الكيميائية هي $C_9H_{13}NO_3$ ،
إحسب كتلة الأكسجين الموجود في ٠,١ جم منه
($C = 12$, $N = 14$, $O = 16$, $H = 1$)

الحل :



١٦ × ٣ = ٤٨ جم ----- ١٨٣ جم

س ----- ٠,١ جم

$0,02622 = \frac{0,1 \times 48}{183} =$
جم

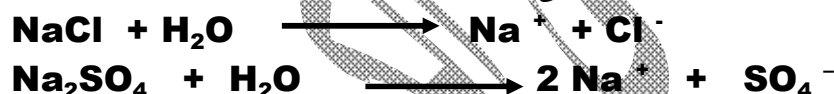
الفكرة الثانية : المحاليل الأيونية

في هذا النوع من المسائل يطلب

- عدد الأيونات .
- عدد الكاتيونات (ايون موجب) .
- عدد مولات الأيونات
- عدد الأنيونات (ايون سالب) .

خطوات الحل :

نكتب معادلة تأين المادة في الماء فمثلاً :



مثال:- إحسب عدد أيونات الكلوريد التي تنتج من إذابة ٣٩ جم من كلوريد

الصوديوم في الماء علماً بأن ($Na = 23$ و $Cl = 35,5$)



NaCl
 $58,5 = 23 + 35,5$

١ مول Cl^- ----- ١ مول NaCl	
س أيون	٣٩ جم
$10^3 \times 6,02 \times 1$	$58,5 \times 1$

س = $(10^3 \times 6,02 \times 1 \times 39) \div 58,5 =$ أيون .

مثال: -

إحسب عدد أيونات التى تنتج من إذابة ٢٩,٢٥ جم من كلوريد الصوديوم فى الماء

(علماً بأن $\text{Na} = 23$ و $\text{Cl} = 35,5$)

$$\text{NaCl} = 23 + 35,5 = 58,5 \text{ جم}$$



مول NaCl ١	مول Cl^- , Na^+
٢٩,٢٥ جم	س ايون
$58,5 \times 1$ جرام	$23 \times 1 + 35,5 \times 1$

مثال: -

إحسب عدد مولات الأيونات التى تنتج من إذابة ٧,١ جم من كبريتات الصوديوم فى الماء علماً بأن

($\text{Na} = 23$ و $\text{S} = 32$ و $\text{O} = 16$)

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 = 23 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 142 \text{ جم}$$

مول Na_2SO_4 ١	مول Na^+ و SO_4^{2-} ٣
٧,١ جم	س مول
142×1	٣ مول

$$\text{س} = (7,1 \times 3) \div 142 = 0,15 \text{ مول}.$$

الفكرة الثالثة : علاقة مادة بدلالة مادة أخرى

لحل هذا النوع من المسائل نتبع الخطوات الآتية :

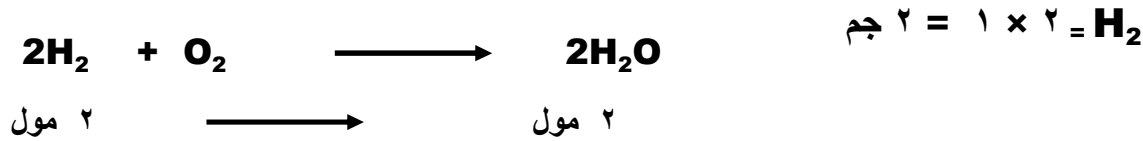
١ . نكتب معادلة رمزية موزونة من خلال المسألة ثم نكمل باقى الخطوات كما سوف نوضح فى الأمثلة .

مثال :-

إحسب عدد جزيئات بخار الماء الناتجة من تفاعل ٠,١ جم

من الهيدروجين مع كمية كافية من الأكسجين . ($H = 1$, $O = 16$)

الحل :



$$H_2 = 1 \times 2 = 2 \text{ جم}$$



$$= 2 \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$= 12,04 \times 10^{23} \text{ جزئ}$$

$$2 \times (1 \times 2) = 2 \times 2 = 4 \text{ جم}$$

$$0,1 \times 12,04 \times 10^{23}$$

$$= \text{عدد جزيئات بخار الماء}$$

$$= \dots\dots\dots 4$$

مثال :-

كربيد السيليكون مادة تستخدم فى تحضير أوراق السنفرة و ينتج من التفاعل الآتى :

إحسب كتلة كربيد السيليكون التى تنتج من ١٥ جم كربون ($Si = 28$, $C = 12$)

الحل :

مثال : إحسب حجم غاز الأكسجين الناتج من تحلل ٢٤,٥ جم من كلورات البوتاسيوم بالحرارة حسب المعادلة



(K = 39 . Cl = 35.5 . O = 16)

الحل : $\text{KClO}_3 = 39 + 35,5 + 16 \times 3 = 112,5 \text{ جم}$



٢ مول

٣ مول



حجم غاز الأكسجين \longrightarrow ٢٤,٥ جم

٢٢,٤ × ٣ = ٦٧,٢ لتراً \longrightarrow ٢٤٥ × ٢ جم

$$\text{حجم غاز الأكسجين} = \frac{24,5 \times 67,2}{245} = 6,72 \text{ لتراً}$$

مثال: - يستخدم الهيدرازين (N_2H_4) وقوداً لبعض أنواع الصواريخ .

إحسب كتلة النيتروجين الناتج من أكسدة ٢٠ جم من الهيدرازين . (N=14 , H=1)

الحل : $\text{N}_2\text{H}_4 = 1 \times 4 + 14 \times 2 = 32 \text{ جم}$



١ مول

١ مول



كتلة النيتروجين ----- ٢٠ جم

٢٨ × ١ جم \longrightarrow ٣٢ × ١ جم

$$\text{كتلة النيتروجين} = \frac{20 \times 28}{32} = 17,5 \text{ جم}$$

الفصل الثانى : حساب الصيغة الكيميائية :

حساب النسبة المئوية لعنصر فى مركب

لو طلب النسبة المئوية من خلال النتائج التجريبية التى يتم الحصول عليها
معملياً من العلاقة :

$$\frac{\text{كتلة المادة فى العينة} \times 100}{\text{الكتلة الكلية للعينة}} = \text{النسبة المئوية للعنصر}$$

لو طلب النسبة المئوية بمعلومية الكتلة الذرية للعنصر و الكتلة الجزيئية
للمركب من العلاقة :

$$\frac{\text{كتلة العنصر بالجرام فى مول من المركب} \times 100}{\text{كتلة مول واحد من المركب}} = \text{النسبة المئوية للعنصر}$$

تدريب ١

احسب النسبة المئوية لكل عنصر فى مركب نترات الأمونيوم

إذا علمت أن ($H = 1$, $N = 14$, $O = 16$)

الحل :

$$\text{الكتلة المولية (الجزيئية) لـ } NH_4NO_3 = (1 \times 4) + (16 \times 3) + (14 \times 2) = 80 \text{ جم .}$$

$$\text{النسبة المئوية للنيتروجين} = \frac{100 \times 14 \times 2}{80} = 35\%$$

تدريب ٢

احسب النسبة المئوية لكل عنصر فى مركب حمض الكبريتيك

إذا علمت أن ($H = 1$, $S = 32$, $O = 16$)

الحل :

الكتلة المولية (الجزيئية) لـ H_2SO_4 = $(1 \times 2) + (32 \times 1) + (16 \times 4) = 98$ جم .

$$\% 32,7 = \frac{100 \times 32 \times 1}{98} = \text{النسبة المئوية للكبريت}$$

تدريب

احسب النسبة المئوية لكل عنصر فى خام الهيماتيت Fe_2O_3

إذا علمت أن ($Fe = 56$, $O = 16$)

الحل :

الكتلة المولية (الجزيئية) لـ Fe_2O_3 = $(56 \times 2) + (16 \times 3) = 160$ جم .

$$\% 70 = \frac{100 \times 56 \times 2}{160} = \text{النسبة المئوية للحديد}$$

$$\% 30 = \frac{100 \times 16 \times 3}{160} = \text{النسبة المئوية للأكسجين}$$

حساب كتلة عنصر بمعلومية النسبة المئوية له :

احسب عدد مولات الكربون و الهيدروجين في مركب عضوي يحتوى على كربون و هيدروجين فقط ، اذا علمت ان نسبة الكربون في هذا المركب هي ٨٥,٧١ % و الكتلة المولية لهذا المركب = ٢٨ جم ، ثم استنتج الصيغة الكيميائية للمركب .

$$(C = 12 , H = 1)$$

الحل :

النسبة المئوية للهيدروجين = ١٠٠ - ٨٥,٧١ = ١٤,٢٩ جم .

نحسب كتلة الكربون من قانون النسبة المئوية :

$$\frac{\text{كتلة الكربون} \times 100}{\text{كتلة مول واحد من المركب}} = \text{النسبة المئوية للكربون}$$

$$\frac{100 \times \text{كتلة الكربون}}{28} = 85,71$$

$$\text{كتلة الكربون} = (28 \times 85,71) \div 100 = 24 \text{ جم .}$$

عدد المولات = كتلة المادة ÷ كتلة المول .

$$= 24 \div 12 = 2 \text{ مول .}$$

نحسب كتلة الهيدروجين من قانون النسبة المئوية :

$$\frac{\text{كتلة الهيدروجين} \times 100}{\text{كتلة مول واحد من المركب}} = \text{النسبة المئوية للهيدروجين}$$

$$\frac{100 \times \text{كتلة الهيدروجين}}{28} = 14,29$$

$$\text{كتلة الهيدروجين} = (28 \times 14,29) \div 100 = 4 \text{ جم .}$$

عدد المولات = كتلة المادة ÷ كتلة المول .

$$= 4 \div 1 = 4 \text{ مول .}$$

الصيغة الكيميائية للمركب هي C_2H_4

حساب الصيغة الكيميائية**انواع الصيغة الكيميائية :**

- ١- الصيغة الأولية .
- ٢- الصيغة الجزيئية .

الصيغة الأولية :

أبسط نسبة عددية صحيحة بين ذرات أو الأيونات العناصر التى يتكون منها جزئ المركب او وحدة الصيغة .

العلاقة بين الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية تتضح من الجدول التالى :

عدد الوحدات	الصيغة الأولية	الصيغة الجزيئية
٢	C_2H_4O	$C_4H_8O_2$
٢	$C_3H_4O_3$	$C_6H_8O_6$
١	MgO	MgO

$$\text{الصيغة الجزيئية} = \text{الصيغة الأولية} \times \text{عدد الوحدات}$$

ملاحظات هامة :

١. الصيغة الأولية لا تعبر عن التركيب الحقيقى للمركب .
٢. قد تشترك عدة مركبات فى الصيغة الأولية .
٣. الصيغة الجزيئية قد تساوى الصيغة الأولية أو مضاعفاتها لذلك لا يمكن الحكم على مركب من الصيغة الأولية .

حساب الصيغة الأولية :

تحسب على ثلاث خطوات :

- أولاً : نحدد نوع العنصر .
- ثانياً : نحسب عدد المولات لكل عنصر = (كتلة العنصر ÷ كتلته الذرية)
- ثالثاً : نحسب نسبة المولات بالقسمة على أصغر عدد مولات .

أمثلة على إيجاد الصيغة الأولية

مثال ١ : - إيجاد الصيغة الأولية لأكسيد الماغنسيوم الناتج من تفاعل ٢٤ جم الماغنسيوم مع ١٦ جرام من الأكسجين اذا علمت أن : - ($Mg = 24$, $O = 16$)

الحل :

Mg	O	نوع العنصر
$1 = 24 \div 24$	$1 = 16 \div 16$	عدد المولات
$1 = 1 \div 1$	$1 = 1 \div 1$	نسبة المولات
MgO		الصيغة الأولية

مثال ٢ : - إيجاد الصيغة الأولية لمركب يتكون من ٠,١٢ جم كربون و ٠,٠٢ جم هيدروجين
($C = 12$, $H = 1$) .

الحل :

C	H	نوع العنصر
$0,01 = 12 \div 0,12$	$0,02 = 1 \div 0,02$	عدد المولات
$1 = 0,01 \div 0,01$	$2 = 0,02 \div 0,01$	نسبة المولات
CH ₂		الصيغة الأولية

مثال ٣ : - إيجاد الصيغة الأولية لمركب يتكون من $10 \times 12,04$ كربون و ٤ جم هيدروجين
($C = 12$, $H = 1$)

الحل :

C	H	نوع العنصر
$2 = 10 \times 12,04 \div 6,02$	$4 = 1 \div 4$	عدد المولات
$1 = 2 \div 2$	$2 = 2 \div 4$	نسبة المولات
CH ₂		الصيغة الأولية

الصيغة الجزيئية :

صيغة تعبر عن نوع وعدد الذرات الفعلى أو الأيونات التى يتكون منها الجزيء أو الوحدة .

حساب الصيغة الجزيئية :

تحسب بالخطوات الآتية :

- أولاً : نحسب الصيغة الأولية .
 ثانياً : نحسب الكتلة المولية للصيغة الأولية .
 ثالثاً : نحسب عدد الوحدات = الكتلة المولية للمركب ÷ الكتلة المولية للصيغة الأولية
 رابعاً : الصيغة الجزيئية = الصيغة الأولية × عدد الوحدات .

مثال ١ : احسب الصيغة الجزيئية لحمض الأستيك الذى يتكون من ٤٠% كربون و ٦,٦٧% هيدروجين و ٥٣,٣٣% أكسجين علماً بأن الكتلة المولية الجزيئية له ٦٠ جم

$$(C = 12, H = 1, O = 16)$$

الحل :

C	H	O	نوع العنصر
$3,33 = 12 \div 40$	$6,67 = 1 \div 6,67$	$3,33 = 16 \div 53,33$	عدد المولات
$1 = 3,33 \div 3,33$	$2 = 3,33 \div 6,67$	$1 = 3,33 \div 3,33$	نسبة المولات
CH_2O			الصيغة الأولية

الصيغة الأولية هي CH_2O

كتلة المولية للصيغة الأولية = $(12 \times 1) + (1 \times 2) + (16 \times 1) = 30$ جم .

$$\text{عدد الوحدات} = 30 \div 60 = 2$$

$$C_2H_4O_2 = CH_2O \times 2 = \text{الصيغة الجزيئية}$$

مثال : احسب الصيغة الجزيئية لمركب عضوى صيغته الأولية

هى CH_4 اذا علمت ان كتلة المركب المولية هى ٦٤ علماً بأن $(C = 12, H = 1)$

الصيغة الأولية هي CH_4

كتلة المولية للصيغة الأولية $CH_4 = (12 \times 1) + (1 \times 4) = 16$ جم .

$$\text{عدد الوحدات} = 64 \div 16 = 4$$

$$\text{اذا الصيغة الجزيئية} = CH_4 \times 4 = C_4H_{16}$$

الناتج الفعلى و الناتج النظرى

- **الناتج النظرى** هو الناتج الذى نحصل عليه حسابيا اعتمادا على معادلة التفاعل الموزونة
- **الناتج الفعلى** هو الناتج الذى نحصل عليه فعليا من اجراء التفاعل الكيميائى عمليا

علل : الناتج الفعلى يختلف عن الناتج النظرى فى اى تفاعل ؟؟

- ١- تطاير بعض المادة المتفاعلات أو النواتج .
- ٢- التصاق جزء من المتفاعلات بالجدار الداخلى لإناء التفاعل دون أن تتفاعل .
- ٣- وجود شوائب فى العينة أو المتفاعلات (غير نقية) .
- ٤- حدوث تفاعلات جانبية منافسة للتفاعل الأسمى تستهلك جزء من المواد الناتجة.

$$\frac{\text{الناتج الفعلى} \times 100}{\text{الناتج النظرى}} = \text{النسبة المئوية للناتج الفعلى}$$

ينتج الكحول الميثيلى تحت ضغط عالى من خلال التفاعل الأتى :



$$(\text{C} = 12 , \quad \text{H} = 1 , \quad \text{O} = 16)$$

فإذا نتج ٦,١ جم من الكحول الميثيلى من تفاعل ١,٢ جم من الهيدروجين مع وفرة من غاز أول غاز الكربون إحسب النسبة المئوية للناتج الفعلى .

الحل : الكتلة المولية لـ $\text{CH}_3\text{OH} = (1 \times 4) + 16 + 12 = 32$ جم .



١ مول من CH_3OH (تنتج من) ٢ مول من H_2

٣٢ جم من CH_3OH ٤ جم من H_2

س ١,٢ جم من H_2

كتلة الكحول الميثيلى (الناتج النظرى) = $(1,2 \times 32) \div 4 = 9,6$ جم .